

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

Příprava způsobilosti měření

The Preparing of Measurement Qualification

Student:

Lucie Kudláčková

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Vladimír Vrba, Csc.

Ostrava 2015

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra obrábění a montáže

Zadání bakalářské práce

Student:

Lucie Kudláčková

Studijní program:

B2341 Strojírenství

Studijní obor:

2303R002 Strojírenská technologie

Téma:

Příprava způsobilosti měření
The Preparing of Measurement Qualification

Zásady pro vypracování:

1. Obecná charakteristika daného problému.
2. Měření a měřidla.
3. Výběr měřidel pro vybranou součást.
4. Návrh měřicích postupů.
5. Technicko-ekonomické zhodnocení.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] TICHÁ, Šárka. *Strojírenská metrologie – část 2. Základy řízení jakosti*. Ostrava : VŠB-TU Ostrava, 2006. 86 s. ISBN 80-248-1209-6.
- [2] ČSN EN ISO 9001:2009 (010321) *Systémy managementu kvality – Požadavky*. Praha : Úřad pro technickou normalizace, metrologii a zkušebnictví, 2009. 56 s.
- [3] Zákon č. 505/1990 Sb. - o metrologii ve znění zákona č. 119/2000 Sb.
- [4] ČSN EN ISO 10012-1 *Požadavky na zabezpečení jakosti měřicího zařízení*. Praha : Český normalizační institut, 2003. 27 s.
- [5] ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha : Český normalizační institut, 1996. 32 s.
- [6] ČSN ISO 690-2 *Bibliografické citace - Část 2: Elektronické dokumenty nebo jejich části*. Praha : Český normalizační institut, 2000. 24 s.


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Vladimír Vrba, CSc.**

Datum zadání: 12.12.2014

Datum odevzdání: 18.05.2015



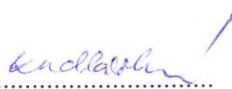

Ing. et Ing. Mgr. Jana Petrů, Ph.D.
vedoucí katedry


doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 18. 5. 2015



Podpis studenta

Prohlašuji, že

- byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo,
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3),
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO,
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona,
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše),
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 18. 5. 2015

Kudláčková

Podpis studenta

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Lucie Kudláčková

Březná 11

789 91, Štíty

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Kudláčková, L. *Příprava způsobilosti měření: Bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra obrábění a montáže, 2015, 40 s., Vedoucí práce: doc. Ing. Vladimír Vrba, CSc.

V bakalářské práci je vypracována příprava způsobilosti měření vybraného dílce ve společnosti KLEIN automotive. V úvodu je popsán výrobní program firmy a její historie, ve které je práce zpracována. Dále je v teoretické části práce proveden rozbor měřidel, měření a analýzy měřicího systému, které jsou obecně popsány pro zjištění vady výrobku. V praktické části je vypracován kontrolní plán a návrh měřicího postup, který stanovuje způsobilost měření. V technickém zhodnocení je popsán postup zjištění analýzy měřicího systému metodou R&R a je zde přiložen „Protokol o vyšetření způsobilosti měřidla metodou R&R“. V tomto protokolu je popsáno, jestli systém měření je přijatelným systémem pro navrhovaný postup měření. Ekonomická část obsahuje, jak byl výsledek této práce přínosný firmě.

ANNOTATION BACHELOR THESIS

Kudláčková, L. *The Preparing of Measurement Qualification :Bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of cutting and Assembly, 2015, 40 s., Thesis head: doc. Ing. Vladimír Vrba, CSc.

In the Bachelor work is developed preparation of the measurement eligibility of the selected components in the automotive KLEIN. The introduction describes the manufacturing program of the company and its history, in which the work is processed. Furthermore, in the theoretical part is the analysis of measuring instruments, measurement and analysis of the measuring system, which is generally described for detecting defects in the product. The practical part elaborates the control plan and the draft of measuring procedure, which determines measurement capability. In the technical assessment is described the process of findings the analysis of the measurement system by R & R and is accompanied by a 'Protocol on the instrument capability investigation by R & R. " In this protocol is described if the system of measurement is adequate for the proposed measurement procedure. The economical part of the bachelor thesis contains information about the benefits of the result of this work to this enterprise.

Seznam použitých zkratek a symbolů

x_i - výsledek i-tého měření

\bar{x} - aritmetický průměr

s - směrodatná odchylka

EV- Equipment Variation - Opakovatelnost

AV - Appraiser Variation -Rreprodukovatelnost

C_g, C_{gk} - koeficienty

R&R - Repeatability and Reproducibility – Celkové rozpětí měřidla

PV - Variability Piece – Proměnlivost Dílu

TV - Total Variability – Celková Proměnlivost

T - šířka tolerančního pole

σ - odhad směrodatné odchylky procesu

SPC -Statistická regulace procesu - Statistická regulace procesu

MSA - Measurement Systems Analysis – Analýza měřícího systému

Obsah

Úvod	9
1 Obecná charakteristika daného problému	10
1.1 Téma bakalářské práce.....	10
1.2 Historie společnosti	10
1.3 Výrobní program	12
2 Měření a měřidla.....	14
2.1 Měření	14
2.2 Měřidla	18
2.3 Analýza měřícího systému	20
2.3.1 Účel a cíl.....	20
2.3.2 Metody používané pro analýzu.....	20
2.3.3 Zvolená metoda	21
3 Výběr měřidel pro vybranou součást.....	22
3.1 Výběr součástí.....	22
3.1.1 Digitální posuvné měřidlo	22
3.1.2 Digitální mikrometr	23
3.1.3 Digitální úchylkoměr	23
3.1.4 Drsnoměr	24
3.1.5 Závitový kroužek	25
3.1.6 Třmenový kalibr	26
3.1.7 Kalibr	26
3.1.8 Třísouřadnicový měřicí systém – M3D	27
3.1.9 Optický měřicí přístroj.....	28
4 Návrh měřících postupů	29
4.1 Kontrolní plán	29

4.2	Kontrolní postup	31
5	Technicko-ekonomické zhodnocení.....	35
5.1	Technické zhodnocení.....	35
5.2	Ekonomické zhodnocení	39
	Závěr	40
	Použitá literatura	42
	Seznam obrázků	44
	Seznam tabulek	44

Úvod

České firmy se již několik let snaží rozvíjet v oblasti úspěchů a výnosů založené na průmyslové a strojírenské produkci. Na území České republiky se v nynější době vyskytuje mnoho firem působících v automobilovém průmyslu. Vývojovou tendencí automobilového průmyslu jsou na jedné straně stále rostoucí ceny vstupních materiálů a na druhé straně vliv globální konkurence. Všichni mají jedno společné a tím je tlak na snižování nákladů a zvyšování produktivity při zachování vysoké kvality. Značnou kvalitu dodavatelů komponent, očekávají funkční systém managementu kvality a ten by měl být součástí oboru, který se zabývá chodem procesu práce s měřidly. Je třeba si uvědomit, že úspěch firem je tvořen úspěchem jednotlivců, které zaměstnává. Proto firmy motivují zaměstnance k řádnému dodržování technologickým postupům, péči o svěřený majetek a podávání návrhů ke zlepšení.

1 Obecná charakteristika daného problému

1.1 Téma bakalářské práce

Tato bakalářská práce je vypracována ve společnosti KLEIN automotive se sídlem ve Štítech. Firma je skoro 40 let dodavatelem kovových komponent pro výrobce známých automobilek. V úvodu své práce vás seznámím s její historií, současností a výrobním programem. Dále je v práci proveden všeobecný popis postupů měření a rozbor měřidel. V další části je vypracován kontrolní plán s návrhem měřících postupů pro výrobu dílce Zapfen následně je provedeno rozhodnutí o způsobilosti používaných měřidel.

V závěru je shrnuto celkové technicko-ekonomické zhodnocení a seznámení s objektivizací.

1.2 Historie společnosti

1958 – po výnosu Krajského národního výboru v Olomouci byl proveden za záměrem industrializace pohraničí proběhl převod výroby dětských hraček, domovních zvonků a lisování bakelitu z Olomouce s pouhými 14-ti pracovníky do Štítů.

1960 – stavu pracovníků se zvýšil na 80 za účelem ujmout se součinností prací pro MEZ Postřelmov. Dílnu tehdy převzal podnik JESAN Jeseník.

1968 – ze sportovních prostorů se začaly budovat nové výrobní haly z nedostatku místa na provozovně na náměstí.

1970 – dokončení stavby. První převzetí výroby pro závod ŠKODA Mladá Boleslav. Počet zaměstnanců vzrost na 220.

1975 – byl postaven sklad, z kterého se později stala výrobní hala.

1990 – po rozpadu podniku JESAN Jeseník se stal státní podnik.

1994 – po privatizaci vznikla nová firma KLEIBL s.r.o., která byla v červenci 1994 přejmenována Klein & Blažek s.r.o..

1996 – návštěva tehdejšího premiéra Václava Klause. Zakoupení areálu Tírna Štíty. Proběhla výstavba skladu a rozšíření kovo lisovny.

1997 – rozšíření o administrativní budovy obchodního a ekonomického úseku.

1998 – firma získala certifikaci dle VDA 6.1 a QS 9000 certifikační společností SGS Hamburg.

1999 – došlo k rozšíření výrobních prostorů závodu 1. a jejich technologického dovybavení.

2000 – velké investice do výrobního programu a zákaznického portfolia.

2001 – výstavba nové haly na závodě 2 pro výrobu dílů do klimatizačních systémů automobilů. Výstavba skladu tyčového materiálu na závodě 2. Certifikace dle ISO 14001.

2002 – modernizace strojního vybavení. Překročení počtu 500 zaměstnanců.

2005 – nominace na ocenění Volkswagen-Group Award. Rozšíření výrobních zařízení.

2006 – ocenění VISTEON IMPORTANT PARTNER AWARD 2006. Překročení mety 600 zaměstnanců.

2009 – pokračování v restrukturalizaci firmy. Získání nových zákazníků Thyssen KruppBilstein, TRW Autoelektronika a KENDRION, PORSCHE, BENTLEY a další.

2010 – výstavba etapy I. nové lisovny. Nákup robotizovaných pracovišť svařování.

2011 – dokončení projektové dokumentace na etapu II. nové lisovny. Příprava na výběrové řízení servo lisu.

2014 – pořízení významných investic. Dosažení mety 700 zaměstnanců.

[1]



Obrázek 1 Pohled na firmu [1]

1.3 Výrobní program

KLEIN automotive pokrývá širokou oblast výrobních technologií a nabízí výrobní kapacity v těchto oblastech zpracování kovových materiálů:

Lisování

Zabývají se všemi dostupnými metodami způsoby tváření kovů lisováním za studena. Jsou vybaveni lisy o tonážích až 10.000 kN.

Svařování

Svařují obloukem a odporově od nejjednodušších až po složité sestavy karosářských dílů. To vše provádějí na svařovacích lisech a automatických robotech.

Obrábění

Firma se také zabývá třískovým obráběním a to zejména frézováním a soustružením na CNC strojích.

Tepelné zpracování

Ve firmě je instalovaná automatická linka tepelného zpracování. Linkou se dají zpracovat díly popouštěním, kalením, cementací a nitrocementací.

[2]

2 Měření a měřidla

2.1 Měření

Měřením hledáme rozměr, buď rovnou měřidlem, nebo rozměr součásti srovnáváme s kalibrem. Věda, která se věnuje měření má název metrologie. Během výroby součástí stanovuje měření určitou přesnost výroby, která zabezpečí kvalitní činnost sériové výroby. Tím se zaručí oprava zařízení a snadná montáž. Při technologickém procesu stanovujeme průběh výroby za ideálních předpokladů, při kterých nepřetržitě získáváme správné kvality výrobků a bezpečný provoz výrobních zařízení. Za úmyslem zintenzivnit spolehlivost kontrolujeme stav a opotřebení individuálních součástí stojů a zařízení. [3],[4]

Základní pojmy:

Měřicí metoda - řada návazných činností, které jsou využívány při měření. [3]

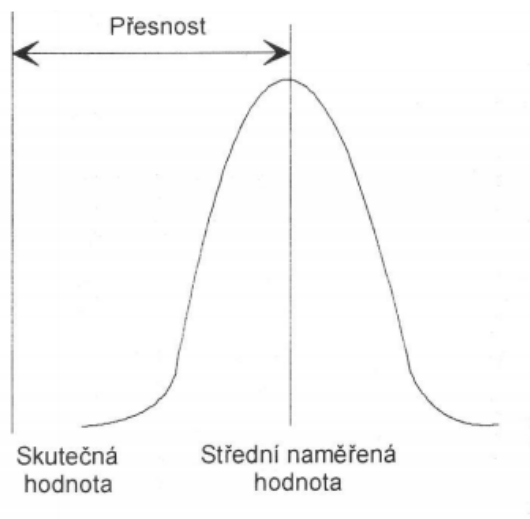
Měřicí postup – je to soubor popsanych činností, který je používán pro dané metody měření. [3]

Měřená veličina - veličina, kterou se měření zabývá. [3]

Ovlivňující veličina - není předmětem měření, ale ovlivňuje výsledek měření. [3]

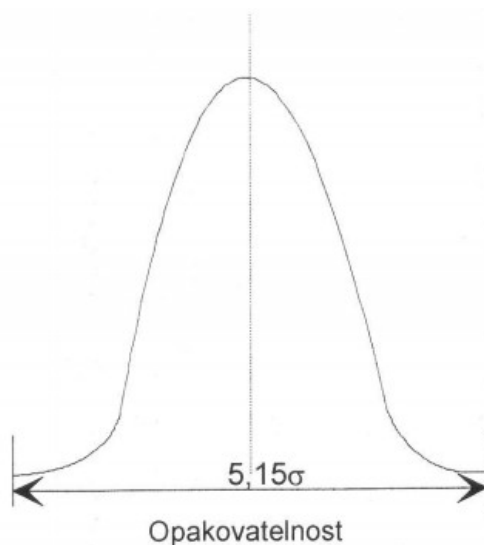
Výsledek měření - hodnota získaná měřením. [3]

Přesnost – je odchylka mezi aritmetickým průměrem hodnot řady měření získaných při opakovaném měření stejného znaku a skutečnou hodnotu tohoto znaku. Skutečná hodnota se vztahuje na normál nebo etanol. [1]



Obrázek 2 Definice přesnosti [1]

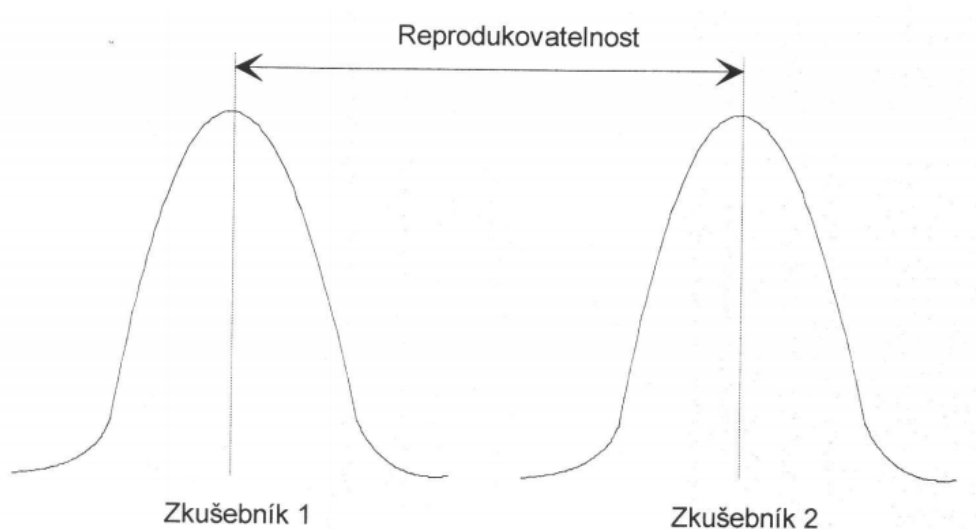
Opakovatelnost (EV) – je rozptyl naměřených hodnot při vícerych měřeních, která provádí jeden zkoušeč na stejném měřidle při měřeních určité veličiny na stejném díle. Měřítkem opakovatelnosti je směrodatná odchylka. [1]



Obrázek 3 Definice opakovatelnosti [1]

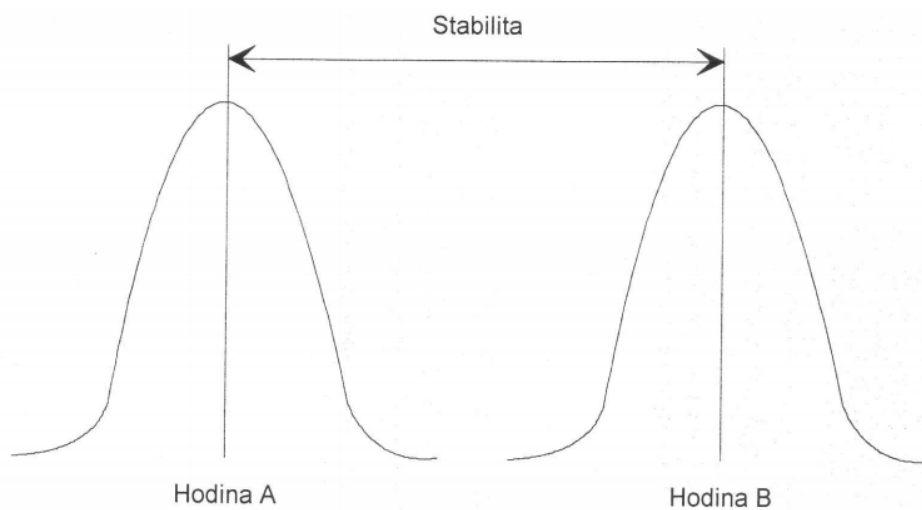
Reprodukovatelnost (AV) – je rozptyl naměřených hodnot u různých zkoušečů, kteří provádí měření stejné veličiny, stejného dílu, stejnými měřidly stanoveným postupem.

Zpravidla tři zaměstnanci změří stejný díl. Měřítkem reprodukovatelnosti je průměrná hodnota všech měření a jejich směrodatná odchylka. [1]



Obrázek 4 Definice reprodukovatelnosti [1]

Stabilita – je schopnost zachovávat požadované metrologické veličiny v závislosti na čase. Daným kontrolním postupem, předepsaným měřidlem na stejném místě opakovaně měří jeden zaměstnanec jeden dílec v různých časech. Získané střední hodnoty z těchto měření se navzájem porovnávají. Měřítkem stability je maximální rozdíl mezi středními hodnotami této řady měření. [1]



Obrázek 5 Definice stability [1]

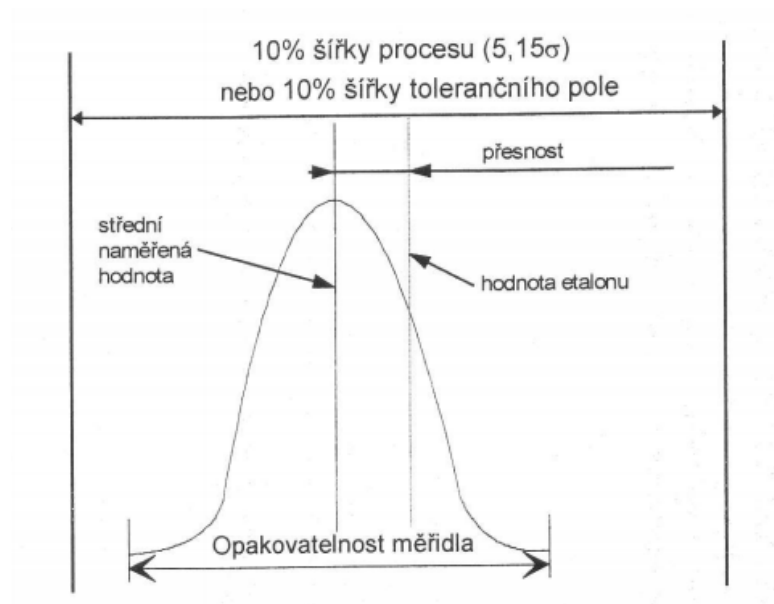
Linearita – je míra přesnosti měřidla v rámci celé měřicí oblasti měřidla. U etalonů, které pokryjí celý měřený rozsah, provede jeden zaměstnanec na témž místě podle stanoveného postupu stanovený počet měření v různých místech rozsahu měřidla. Průměrné hodnoty řady měření jednotlivých etalonů se porovnávají s jejich skutečnými hodnotami. Odchyłky udávají linearitu. [1]



Obrázek 6 Definice linearity[1]

Potencional měřidla (C_g) – je hodnota vyjadřující vliv opakovatelnosti měřidla, tj. poměr 10% šířky procesu ($5,15 \sigma$) nebo 10% šířky tolerančního pole (T) k šířce proměnlivosti (opakovatelnosti) měřidla ($5, 15s_m$). [1]

Způsobilost měřidla (C_{gk}) – je hodnota vyjadřující vliv přesnosti a opakovatelnosti měřidla, oproti potenciálu dokáže navíc zaznamenat posun střední naměřené hodnoty mimo hodnotu etalonu. [1]



Obrázek 7 Definice potenciálu a způsobilosti měřidla[1]

Celkové rozptýlení měřidla (R&R) - je to vyjádření vlivů opakovatelnosti a reprodukovatelnosti při měření. [1]

Proměnlivost dílů (PV) - je míra variability způsobená výrobním procesem bez započítání variability způsobené měřením. [1]

Celková proměnlivost (TV) - je míra variability výrobního procesu včetně variability způsobené měřením. [1]

2.2 Měřidla

Měřidla slouží k určení hodnoty měřené veličiny. Měřidla můžeme rozdělit dle odlišných kritérií např.:

- podle způsobu měření:
 - absolutní
 - porovnávací
 - toleranční.

- dle zákona č. 119 /2000 Sb. – o metrologii:
 - etalony,
 - stanovená měřidla,
 - pracovní měřidla,
 - referenční materiály.

- měřidla s převodem:
 - pneumatickým,
 - elektrickým,
 - mechanickým,
 - optickým,
 - kombinovaným atd.

- dle kontaktu
 - dotyková,
 - bezdotyková.

- dle účelu:
 - objemu,
 - délek,
 - úhlů,
 - teploty atd.

- dle měřících systémů:
 - jednosouřadnicové,
 - dvousouřadnicové,
 - třísouřadnicové.

[3]

2.3 Analýza měřicího systému

2.3.1 Účel a cíl

Účelem je popsat postup provádění analýzy měřicího systému. Cílem je pomocí vhodných metod zjišťovat a analyzovat velikost vlivů měřicího systému vzhledem k výsledkům a cílům prováděných měření. Zjištění způsobilosti stroje (MFU), způsobilosti procesu (PFU) nebo provádění regulace procesu (SPC) může být chybně interpretováno, pokud se ke zjištění měřených hodnot nepoužije vhodný měřicí prostředek nebo správná měřicí metoda. Uvedené metody jsou výčtem nejpoužívanějších metod vycházejících z příručky (QS 9000) - MSA. [1]

2.3.2 Metody používané pro analýzu

- a. METODA 1 - slouží k posouzení přesnosti a opakovatelnosti jako společné chyby měřidla (vůči toleranci nebo šířce procesu) prostřednictvím indexů C_g a C_{gk} . V rámci této zkoušky je možno zadavatelem požadovat i sledování linearity. Není-li prostředek podle této zkoušky způsobilý, je provádění další zkoušky podle metody 2 neúčelné.
- b. METODA 2 - ke zjištění celkového rozptýlení (opakovatelnosti a reprodukovatelnosti) prostřednictvím procenta R&R (vůči toleranci nebo šířce procesu).
- c. METODA 3 - ke zjištění celkového rozptýlení prostřednictvím procenta R&R (vůči toleranci nebo šířce procesu).
- d. METODA 4 - k posouzení způsobilosti atributivního měřidla.
- e. METODA 5 - ke zjištění celkového rozptýlení prostřednictvím procenta R&R (vůči toleranci nebo šířce procesu) s výskytem variability v rámci výrobku.

[1]

2.3.3 Zvolená metoda

Metoda 2 se používá ve firmě pro posouzení měřidel před zamyšleným použitím (např. MFU, PFU, SPC) pro variabilní znaky v případě, že čas k provedení zkoušky je dostatečně dlouhý. Při této metodě je použita podmínka, že celkový rozptyl měřidla musí činit maximálně 10% šířky procesu ($5,15\sigma$), ve zvláštních případech 30%. Z velikosti celkového rozptylu se rozhoduje o vhodnosti nebo nevhodnosti měřícího zařízení.[1]

3 Výběr měřidel pro vybranou součást

3.1 Výběr součásti

Součást, kterou budu zpracovávat, se v konečné fázi používá jako součást tlumiče osobního automobilu. Při výběru měřidel pro kontrolu součásti jsem vycházela z výrobního výkresu (příloha 2). Podle rozměru a tvaru jsem určila měřidla.

3.1.1 Digitální posuvné měřidlo

Posuvné měřidlo použiji na rozměry, které se budou kontrolovat s přesností na setiny milimetrů. Využívá se jak na měření rozměrů, tak na měření hloubek. Skládá se z pevné a posuvné části. Na pohyblivé části je umístěn zdroj s displejem a pevná část slouží jako snímač dráhy.[5, 6]



Obrázek 8 Digitální posuvné měřidlo [1]

3.1.2 Digitální mikrometr

Měření mikrometrem bývá přesné, proto jej použijí na kontrolu rozměrů s přesností na 0,001 mm. Mikrometrem se dají měřit vnějších a vnitřních rozměry. Jsou konstruovány pro měření po 25 mm. [7, 8]



Obrázek 9 Digitální mikrometr [1]

3.1.3 Digitální úchylkoměr

Úchylkoměr mi poslouží na porovnání rozdílů od výchozí stanovené hodnoty. Rozdíl výsledných hodnot může být setina někdy i tisícina milimetru. Před měření se úchylkoměr upíná do stojánku nebo přípravku. [9, 10]



Obrázek 10 Digitální úchylkoměr [1]

3.1.4 Drsnoměr

Na kontrolním pracovišti pro měření drsnosti se používá drsnoměr s dotykovým panelem. Přístroj používaný firmou je slučitelný s mezinárodními standardy. Přístroj se automaticky kalibruje a dokáže změřit až 35 parametrů drsnosti. [11]



Obrázek 11 Drsnoměr [1]

3.1.5 Závitový kroužek

Ke kontrole vnějšího závitu použijí závitové kroužky. Při kontrolování závitovým kroužkem určím, zda vyrobený závit je shodným nebo neshodným dílem. [12, 13]



Obrázek 12 Závitový kroužek [1]

3.1.6 Třmenový kalibr

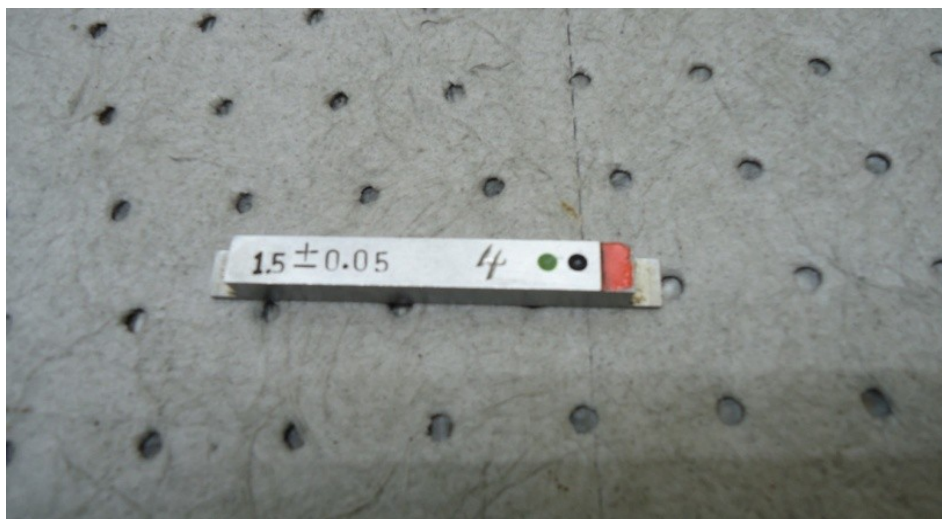
Ke kontrole vnějšího rozměru použijí jednostranný třmenový kalibr, který má oba rozměry na jedné straně. [14]



Obrázek 13 Třmenový kalibr [1]

3.1.7 Kalibr

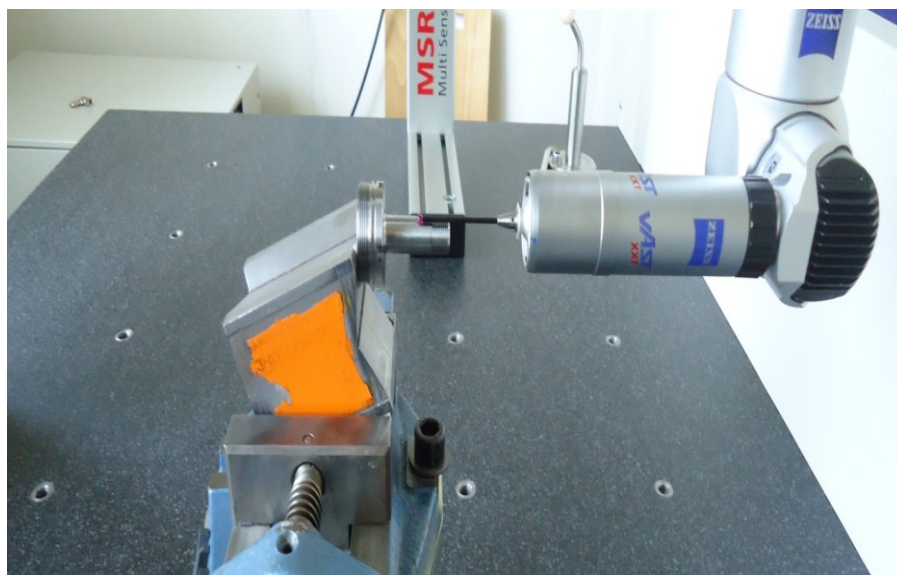
Kalibrem nezískáváme hodnoty, jen nám sdělí, zde rozměr odpovídá, nebo neodpovídá požadovanému rozměru. Kalibry jsou vyráběny s předepsanou přesností. Využijí tedy při kontrole tvarový kalibr. [14]



Obrázek 14 Kalibr [1]

3.1.8 Třísouřadnicový měřicí systém – M3D

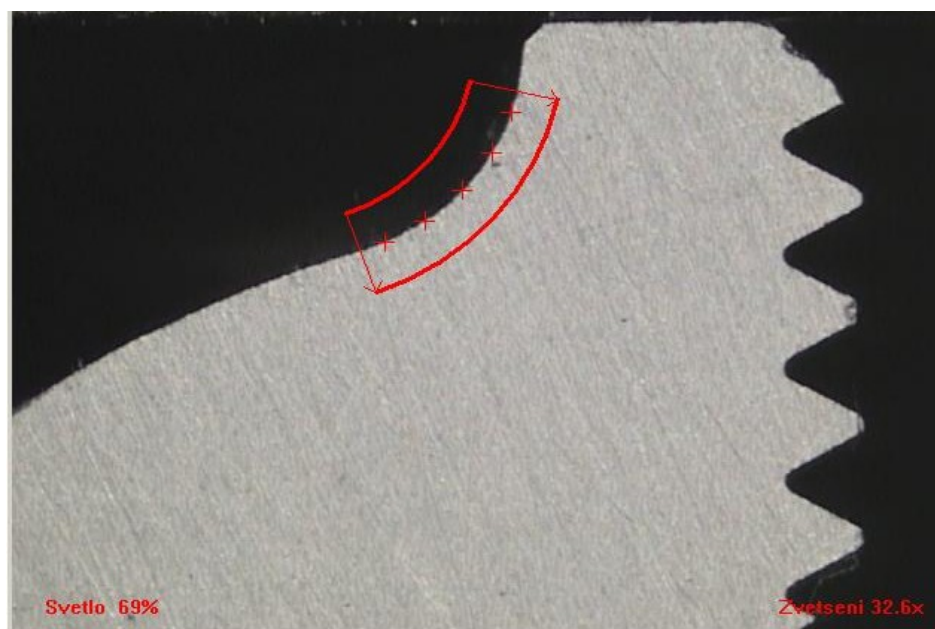
Třísouřadnicový měřicí systém je konstruován pro měření malých částí, které jsou obvykle vyráběny na obráběcích centrech. Snímače jsou schopni změřit celou geometrii součástí. Stroj dokáže měřit kovové i plastové součásti a nahrazuje speciální zařízení. [15]



Obrázek 15 Třísouřadnicový měřicí systém [1]

3.1.9 Opticky měřicí přístroj

Pro sledování jemných detailů jako je rádius a úhly, které jsou špatně viditelné pouhým okem aplikují opticky měřicí přístroj.



Obrázek 16 Ukázka profilu z opticky měřicího přístroje [1]

4 Návrh měřících postupů

K měření součásti musí být předepsaný postup, který je zahrnutý v kontrolním plánu. Na základě kontrolního plánu jsem stanovila kontrolní postup, kde jsou zahrnuty kontrolované parametry a zaznamenány hodnoty měření.

4.1 Kontrolní plán

Vybrané rozměry součásti se budou kontrolovat pro operaci soustružení. Součást se bude soustružit na více vřetenovém soustruhu MS 40.

Tabulka 1 Kontrolní plán

Kontrolní plán			
Název dílu: Zapfen	Datum: 10.3.2015	Plán sestavil: Kudláčková	Plán schválil: Ing. Moravec
Název operace:	Druh stroje:	Kontrolovaný rozměr:	Měřidlo:
soustružit	soustruh MS 40	závit M 32 x 1 - 6g závit M 12 x 1 - 6g průměr $\varnothing 8 \pm 0,1$ průměr $\varnothing 26,2 - 0,2$ průměr $\varnothing 32,5 \pm 0,08$ průměr $\varnothing 26,4 - 0,2$ průměr $\varnothing 30 \pm 0,15$ průměr $\varnothing 30,7 \pm 0,05$ průměr $\varnothing 11,98 - 0,02$ rozměr $1,5 \pm 0,05$ rozměr $1,5 \pm 0,05$ rozměr $2,5 + 0,1$ rozměr $5 + 0,2$ rozměr $8,8 + 0,1$ rozměr $6,6 - 0,1$ rozměr $12,5 + 0,1$ rozměr $33,2 \pm 0,1$ drsnost Rz 6,3 drsnost Rz 25 R 0,5 R 0,2 průměr $\varnothing 26,2 - 0,2$ průměr $\varnothing 11,98 - 0,02$	závitový kroužek M 32 x 1 - 6g Závitový kroužek M 12 x 1 - 6g přípravek s úchylkoměrem digitální posuvné měřítko digitální mikrometr digitální posuvné měřidlo třmenový kalibr digitální mikrometr digitální mikrometr kalibr digitální posuvné měřidlo digitální úchylkoměr digitální posuvné měřidlo přípravek s úchylkoměrem přípravek s úchylkoměrem digitální úchylkoměr digitální úchylkoměr drsnoměr drsnoměr opticky měřící přístroj opticky měřící přístroj M3D M3D

4.2 Kontrolní postup

Po zahájení výroby se 1. kus odloží na určené místo na pracovišti. Ostatní vyrobené kusy se odkládají do palety s průvodkou. Kontrolu 1. kusu provádí obsluha stroje a kontrolor. Naměřené hodnoty zapisují do příslušných kolonek. Obsluha stroje pokračuje ve vyplňování záznamů v průběhu směny dle kontrolního postupu. Pokud jsou vyrobené kusy rozměrově mimo výkresovou toleranci, musí se přivolat seřizovač, který seřídí stroj, po zásahu seřizovače obsluha vyrobí nový 1. kus a znovu provede měření a zároveň 100% přebere kusy vyrobené od předchozího měření.

Tabulka 2 Kontrolní postup

Kontrolní postup									
Kontrolované rozměry:		1.kus		1.kus		1.kus		1.kus	
závit M 32 x 1 - 6g	vyhovuje								
závitový kroužek									
Obsluha: 1ks/hod	nevyhovuje								
Kontrola: 1. kus									
závit M 12 x 1 - 6g	vyhovuje								
závitový kroužek									
Obsluha: 1ks/hod	nevyhovuje								
Kontrola: 1. kus									
průměr 8 ± 0,1	8,10								
digitální posuvné měřidlo	8,05								
Obsluha: 1ks/hod	8,00								
Kontrola: 1. kus	7,95								
Ø	7,90								
průměr 26,2 – 0,2	26,20								
digitální posuvné měřidlo	26,17								
Obsluha: 1ks/hod	26,08								
Kontrola: 1. kus	26,00								
průměr 26,4 – 0,2	26,40								
digitální posuvné měřidlo	26,35								
Obsluha: 1ks/hod	26,25								
Kontrola: 1. kus	26,20								
rozměr 1,5 ± 0,05	1,55								
digitální posuvné měřidlo	1,53								
Obsluha: 1ks/hod	1,47								
Kontrola: 1. kus	1,45								
rozměr 5 + 0,2	5,20								
digitální posuvné měřidlo	5,15								
Obsluha: 1ks/hod	5,10								
Kontrola: 1. kus	5,05								
	5,00								
rozměr 1,5 ± 0,05	vyhovuje								
kalibr									
Obsluha: 1ks/hod	nevyhovuje								
Kontrola: 1. kus									
průměr 30 ± 0,15	vyhovuje								
třmenový kalibr									
Obsluha: 1ks/hod	nevyhovuje								
Kontrola: 1. kus									
průměr 32,5 f 8	32,475								
digitální mikrometr	32,465								
Obsluha: 1ks/hod	32,445								
Kontrola: 1. kus	32,436								
průměr 30,7 ± 0,05	30,750								
digitální mikrometr	30,720								
Obsluha: 1ks/hod	30,700								
Kontrola: 1. kus	30,680								
	30,650								

Kontrolované rozměry:		1 kus		1 kus		1 kus	
průměr 11,98 - 0,02	11,980						
digitální mikrometr	11,975						
Obsluha: 1ks/hod	11,965						
Kontrola: 1. kus	11,960						
rozměr 8,8 + 0,1	8,90						
přípravek s úchylkoměrem	8,87						
Obsluha: 1ks/hod	8,83						
Kontrola: 1. kus	8,80						
rozměr 6,6 - 0,1	6,60						
přípravek s úchylkoměrem	6,57						
Obsluha: 1ks/hod	6,53						
Kontrola: 1. kus	6,50						
rozměr 2,5 + 0,1	2,60						
digitální úchylkoměr	2,58						
Obsluha: 1ks/hod	2,55						
Kontrola: 1. kus	2,52						
	2,50						
rozměr 12,5 + 0,1	12,60						
digitální úchylkoměr	12,57						
Obsluha: 1ks/hod	12,53						
Kontrola: 1. kus	12,50						
rozměr 33,2 ±0,1	33,30						
digitální úchylkoměr	33,25						
Obsluha: 1ks/hod	33,20						
Kontrola: 1. kus	33,15						
	33,10						
drsnost Rz 25	25,00						
drsnoměr	23,00						
Obsluha: 1ks/hod	19,00						
Kontrola: 1. kus	12,00						
	7,00						
	3,00						
drsnost Rz 6,3	6,30						
drsnoměr	6,00						
Obsluha: 1ks/hod	5,00						
Kontrola: 1. kus	4,00						
	3,00						
R 0,5							
opticky měřicí přístroj	vyhovuje						
Kontrola: 1 kus/den	nevyhovuje						
R 0,2							
opticky měřicí přístroj	vyhovuje						
Kontrola: 1 kus/den	nevyhovuje						
průměr 26,2 - 0,2							
M3D	vyhovuje						
Kontrola: 1 kus/den	nevyhovuje						

Kontrolované rozměry:		1 kus		1 kus		1 kus	
průměr 11,98 – 0,02	vyhovuje						
M3D							
Kontrola: 1 kus/den	nevyhovuje						
Směna / Datum							
Podpis obsluhy:							
Podpis kontrolora :							

5 Technicko-ekonomické zhodnocení

5.1 Technické zhodnocení

Po stanovení kontrolního plánu a kontrolního postupu jsem vybrala parametry pro měření. Připravila jsem zkušební formuláře pro jeho následovné vyplnění. Vybrala jsem náhodně 10 kusů, které jsem poté označila. V dílně, kde se součástka vyráběla, jsem si zvolila náhodně 3 zaměstnance, kteří na dané operaci pracovali a označila je písmeny A, B, C. Zaměstnanci postupně změřili 10 dílů a hodnoty zaznamenávali do protokolu. Celý postup se opakoval ještě dvakrát, kde díly byly náhodně seřazeny.

Celkově tedy byly tři měření po 10 dílech. Vyplněné formuláře jsem přepsala do tabulkového procesoru. Začala jsem výpočtem jednotlivých rozpětí, průměrného rozpětí zaměstnanců a celkového rozpětí R. Pokračovala jsem stanovením horní regulační meze rozpětí UCL_R a pak je porovnávala. Program vyhodnotil parametry EV, AV, R&R, PV podle vzorců uvedených v konečných protokolech (příloha 1). Posoudila jsem způsobilost měřidla podle R&R:

$\%R\&R < 10$ - systém měření vyhovuje

$10 < \%R\&R < 30$ - systém měření podmíněčně vyhovuje

$\%R\&R > 30$ - systém měření nevyhovuje

V případě, že by mnou zvolené měřidlo nebylo způsobilé, musela bych navrhnout nápravná opatření.

Protokol o vyšetření způsobilosti měřidla metodou R&R

Varianta A - Vyhodnocení se provádí na základě tolerance výrobku

Uživatel měřidla: Klein automobil
Název měřidla: digitální posuvka
Evidenční číslo měřidla: 03

Horní toleranční mez: 5.2 USL
Dolní toleranční mez: 5 LSL
Počet pracovníků: 3
Počet opakování: 3
Počet kusů: 10

Ks	Pracovník 1			Pracovník 2			Pracovník 3		
	Měření 1	Měření 2	Měření 3	Měření 1	Měření 2	Měření 3	Měření 1	Měření 2	Měření 3
1	5.06	5.05	5.05	5.05	5.05	5.05	5.05	5.05	5.05
2	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1
3	5.14	5.14	5.14	5.14	5.14	5.14	5.14	5.14	5.14
4	5.05	5.05	5.05	5.05	5.05	5.05	5.05	5.05	5.05
5	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1
6	5.15	5.15	5.15	5.14	5.15	5.15	5.15	5.15	5.15
7	5.05	5.05	5.05	5.05	5.05	5.05	5.05	5.05	5.05
8	5.07	5.07	5.07	5.07	5.07	5.07	5.07	5.07	5.07
9	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1
10	5.15	5.15	5.15	5.15	5.15	5.15	5.15	5.15	5.15

K1 0.5908
K2 0.5231
K3 0.3146
Rbar 0.001000
XbarDiff 0.000667
Rp 0.100000

Opakovatelnost EV: 0.00059 EV = Rbar * K1
Reprodukovatelnost AV: 0.00033 AV = $\sqrt{(\text{XbarDiff} * K2)^2 - (EV^2)/10 * 3)}$
Opak. a reprod. R&R: 0.00068 R&R = $\sqrt{EV^2 + AV^2}$
Proměnlivost kusu PV: 0.03146 PV = Rp * K3
Proměnlivost celková TV: 0.03147 TV = $\sqrt{R\&R^2 + PV^2}$

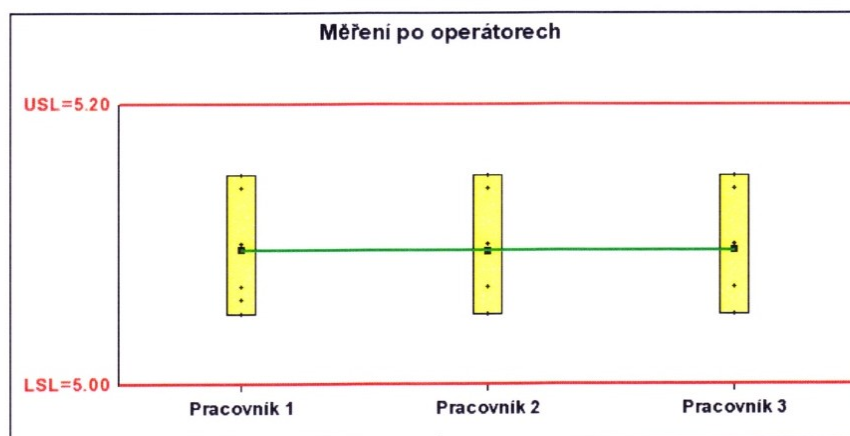
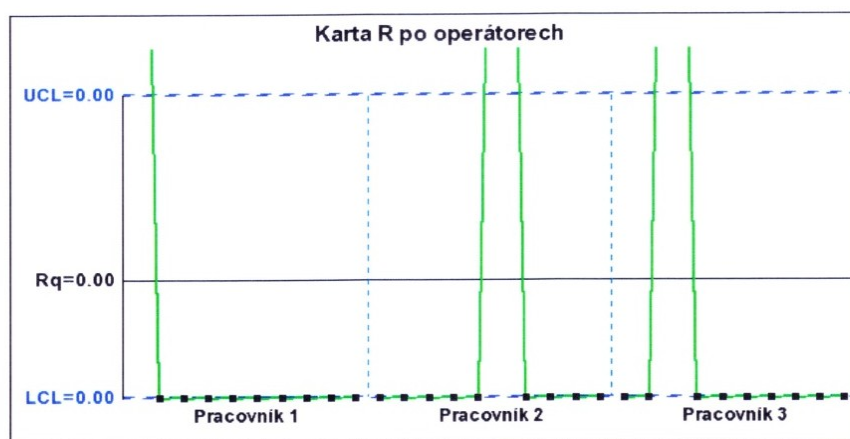
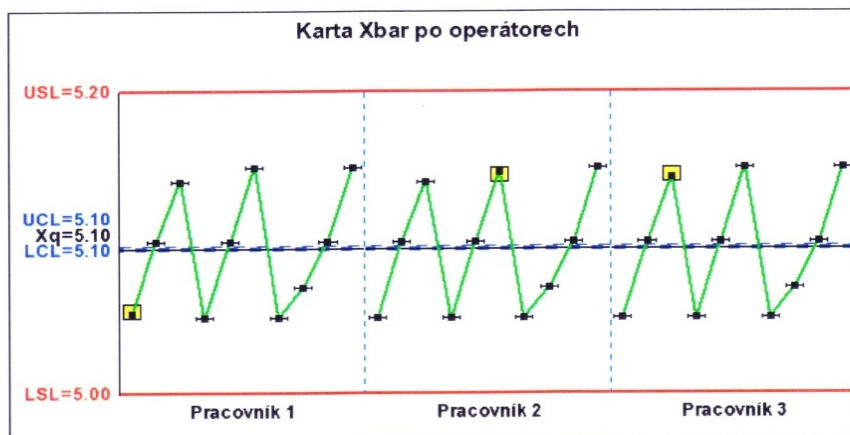
Opakovatelnost EV[%]: 1.77 EV[%] = $100 * EV / ((USL - LSL) / 6)$
Reprodukovatelnost AV[%]: 0.99 AV[%] = $100 * AV / ((USL - LSL) / 6)$
Opak. a reprod. R&R[%]: 2.03 R&R[%] = $100 * R\&R / ((USL - LSL) / 6)$
Proměnlivost kusu PV[%]: 94.38 PV[%] = $100 * PV / ((USL - LSL) / 6)$
Počet rozlišitelných kategorií 65.47 ndc = $1.41 * PV / R\&R$

Závěrečné hodnocení: **Měřidlo je způsobilé (hodnota R&R[%] < 10)! Systém měření je přijatelný.**

Komentář: Název dílu: Zapfen
Název znaku: rozměr
Specifikace znaku: 5 + 0,2
Datum vyhodnocení: 27.4.2015
Pracovník 1: Straka, Pracovník 2: Křepelka, Pracovník 3: Ptáček

Vypracoval: Kudláčková Lucie
Dne: 27.04.2015

Protokol o vyšetření způsobilosti měřidla metodou R&R

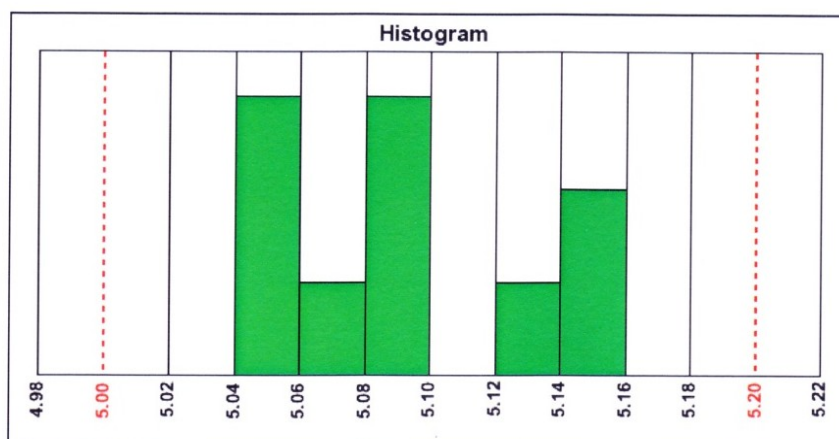
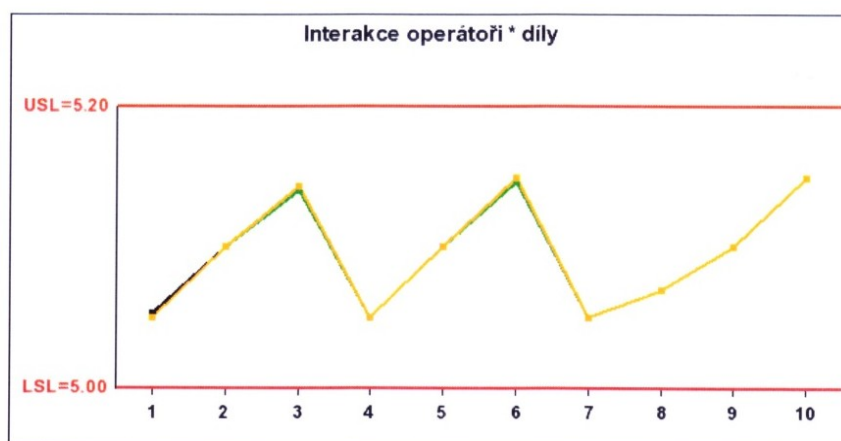
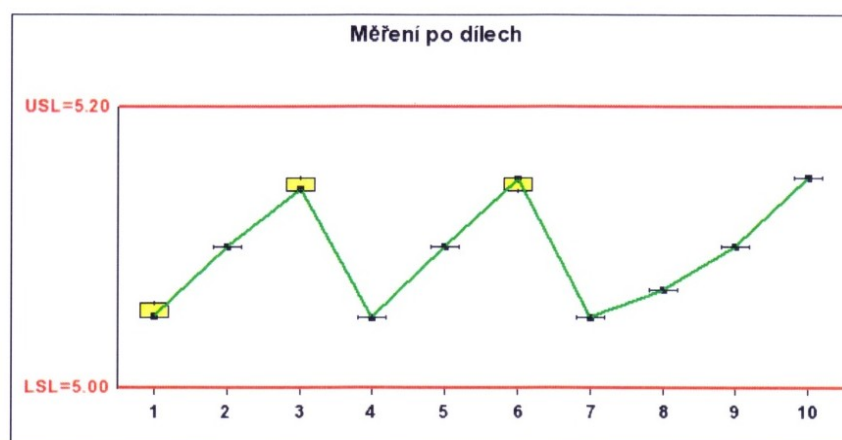


2/3

Zpracováno prostřednictvím online software na stránce www.trestik.cz/msa-rar podle metodiky MSA 4. vydání

Obrázek 18 Ukázka protokolu z přílohy [1]

Protokol o vyšetření způsobilosti měřidla metodou R&R



3/3

Zpracováno prostřednictvím online software na stránce www.trestik.cz/msa-rar podle metodiky MSA 4. vydání

Obrázek 19 Ukázka protokolu z přílohy [1]

5.2 Ekonomické zhodnocení

Znalost systému měření je důležité při hodnocení shody a neshody výrobků. Shodu lze potvrdit, jestliže celý interval měření leží v rozpětí horní a dolní stanovené tolerance, čehož jsem v mém stanoveném postupu docílila. Proces MSA je důležitý zavádět již v předvýrobní etapě, kde vzniká nejvíce neshod. Čím dříve se podaří vzniklé neshody odhalit, tím jsou výdaje na odstranění nižší. V předvýrobní etapě se odhaluje nejvíce neshod. Přesná určení způsobilostí měření je závažným parametrem soutěžischného podniku. Uváděním metod a postupů MSA dokazuje firma, že použila všech možností pro předcházení rozporu a k docílení spokojenosti zákazníků. [16]

Závěr

Naměřené hodnoty ovlivňují různé faktory. Jedná se o vlastnosti měřidla, postupů měření, obsluhou měření a jsou základem pro rozhodnutí při kontrole shody produktu, při regulaci procesů a pro stanovení účinných nápravných opatření. Ke každému používanému systému měření je potřeba přistupovat s důležitostí, poněvadž nevyhovující systém může stanovit zkreslené informace, které vedou k nesprávnému rozhodnutí. V pásnu výroby automobilů je požadováno MSA jako klíčová součást plánování, ověřování a zlepšování jakosti.

Poděkování

Tímto děkuji za spolupráci, cenné rady a informace na této bakalářské práci:

doc. Ing. Vladimír Vrbovi, Csc.,

Ing. Stanislavovi Moravcovi z firmy KLEIN automovite.

Lucie Kudláčková

Použitá literatura

- [1] Interní dokumentace společnosti KLEIN automotive spol. s r. o.
- [2] Technologie. *KLEIN automotive* [online]. [cit. 2015-05-17]. Dostupné z: <http://www.klein-automotive.cz/technologie/>
- [3] TICHÁ, Šárka. Strojírenská metrologie část 1, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Ostrava, 2004
- [4] 3.16 MĚŘENÍ A MĚŘIDLA. *Strojírenství - vše k maturitě* [online]. 2011 [cit. 2015-05-17]. Dostupné z: <http://strojirenstvi-stredni-skola.blogspot.cz/2011/03/316-mereni-meridla.html>
- [5] Posuvné měřidlo. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2015-05-17]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Posuvn%C3%A9_m%C4%9B%C5%99%C3%ADtko
- [6] Posuvné měřidlo. *FyzWeb* [online]. 2014 [cit. 2015-05-17]. Dostupné z: http://fyzweb.cz/materialy/aplety_hwang/vernier/ruler/vernier_cz.html
- [7] Mikrometr. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2015-05-17]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Mikrometr>
- [8] Mikrometr. *nako.cz*. [online]. [cit. 2015-05-17]. Dostupné z: <http://www.nako.cz/2499-meridla/2504-mikrometry.html>
- [9] Úchylkoměr. *Měřidla-Nástroje.cz*. [online]. [cit. 2015-05-17]. Dostupné z: <http://www.meridla-nastroje.cz/meridla/uchylkomery/>
- [10] Úchylkoměr. *Wikipedia: the free encyclopedia*. [online]. 2001- [cit. 2015-05-17]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/%C3%9Auchylkom%C4%9B>
- [11] MICROTES. *PŘÍLEŽITOST PRO PŘESNOST: JARNÍ AKCE MITUTOYO*. Chuchelná, 2015. Dostupné také z: http://www.microtes.cz/Mitutoyo/Akce_Mitutoyo_2015_CZ_Microtes.pdf
- [12] Závitové kroužky. *KALIBR group s.r.o.* [online]. [cit. 2015-05-17]. Dostupné z: <http://www.kalibrgroup.cz/zavitove/krouzky.html>
- [13] Závitové kroužky. *UNIMETRA spol. s r.o.* [online]. [cit. 2015-05-17]. Dostupné z: <http://www.unimetra.cz/cz/katalog/kalibry-merky-a-sablony/kalibry-zavitove/>

- [14] Kalibr (měrka). *Wikipedia: the free encyclopedia*. [online]. 2001- [cit. 2015-05-17]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Kalibr_%28m%C4%9Brka%29
- [15] Současná měřicí a kontrolní technika. *MM Průmyslové spektrum* [online]. 2007 [cit. 2015-05-17]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/soucasna-merici-a-kontrolni-technika.html>
- [16] *Plánování jakosti II* [online]. První. 2012 [cit. 2015-05-17]. ISBN 978-80-248-2588-5. Dostupné z: <http://www.person.vsb.cz/archivcd/FMML/QP2/Planovani%20jakosti%20II.pdf>

Seznam obrázků

OBRÁZEK 1 POHLED NA FIRMU [1]	12
OBRÁZEK 2 DEFINICE PŘESNOSTI [1]	15
OBRÁZEK 3 DEFINICE OPAKOVATELNOSTI [1]	15
OBRÁZEK 4 DEFINICE REPRODUKOVATELNOSTI [1].....	16
OBRÁZEK 5 DEFINICE STABILITY [1]	16
OBRÁZEK 6 DEFINICE LINEARITY[1].....	17
OBRÁZEK 7 DEFINICE POTENCIÁLU A ZPŮSOBILOSTI MĚŘIDLA[1]	18
OBRÁZEK 8 DIGITÁLNÍ POSUVNÉ MĚŘIDLO [1].....	22
OBRÁZEK 9 DIGITÁLNÍ MIKROMETR [1]	23
OBRÁZEK 10 DIGITÁLNÍ ÚCHYLKOMĚR [1].....	24
OBRÁZEK 11 DRSNOMĚR [1]	25
OBRÁZEK 12 ZÁVITOVÝ KROUŽEK [1].....	25
OBRÁZEK 13 TŘMENOVÝ KALIBR [1]	26
OBRÁZEK 14 KALIBR [1].....	27
OBRÁZEK 15 TŘÍSOUŘADNICOVÝ MĚŘÍCÍ SYSTÉM [1]	27
OBRÁZEK 16 UKÁZKA PROFILU Z OPTICKY MĚŘÍCÍHO PŘÍSTROJE [1]	28
OBRÁZEK 17 UKÁZKA PROTOKOLU Z PŘÍLOHY [1]	36
OBRÁZEK 18 UKÁZKA PROTOKOLU Z PŘÍLOHY [1]	37
OBRÁZEK 19 UKÁZKA PROTOKOLU Z PŘÍLOHY [1]	38

Seznam tabulek

TABULKA 1 KONTROLNÍ PLÁN.....	30
TABULKA 2 KONTROLNÍ POSTUP	32

Seznam přílohy

- [1] Analýza měřicího systému
- [2] Výrobní výkres